M·H

PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7 : G06K 9/34 — A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 00/19359**

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 6. April 2000 (06.04.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/06841

(22) Internationales Anmeldedatum: 16. September 1999 (16.09.99)

(30) Prioritätsdaten:
A 1625/98 30. September 1998 (30.09.98) AT

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT ÖSTERREICH [AT/AT]; Siemensstrasse 88–92, A–1211 Wien (AT).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: AIGNER, Walter [AT/AT]; Schweizersberg 18, A–4575 Rossleithen (AT). ZAGLER, Bertram [AT/AT]; Krottendorferstrasse 90/3/28, A–8052 Graz (AT).

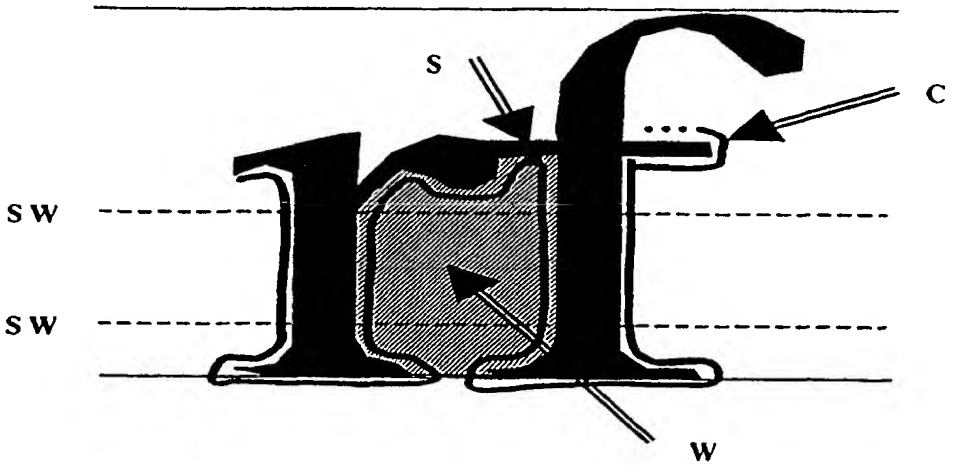
(74) Anwalt: PEHAM, Alois; Siemens AG, Postfach 22 16 34, D–80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CA, MX, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: METHOD FOR CHARACTER SPACING IN TEXT RECOGNITION TASKS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ZEICHENTRENNUNG BEI TEXTERKENNUNGSAUFGABEN



(57) Abstract

Disclosed is a method for character spacing in text recognition tasks, wherein the possible intersecting points of extraction objects being examined are detected by means of white space and angular analysis. Plausible spacing lines are determined on the basis of the intersecting points and the corresponding counterpoints. The objects thus spaced undergo a classification process, final spacing being determined by the results thereof.

(57) Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zur Zeichentrennung bei Texterkennungsaufgaben angegeben, bei dem zu den untersuchten Extraktionsobjekten mittels Weißdellenanalyse und Winkelanalyse mögliche Schnittpunkte ermittelt werden, daß aus den Schnittpunkten und entsprechenden Gegenpunkten plausible Trennlinien ermittelt werden und daß die solcherart getrennten Objekte Klassifikationsverfahren unterzogen werden und auf der Grundlage der Ergebnisse die endgültige Trennung erfolgt.

Verfahren zur Zeichentrennung bei Texterkennungsaufgaben

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Zeichentrennung bei Texterkennungsaufgaben.

Bei der automatischen Erkennung von Texten, d.h. bei der Umwandlung der grafischen Information eines Dokumentes in Textzeichen, die mittels elektronischen Textverarbeitungsprogrammen weiterverarbeitet werden können, ist eine wesentliche Voraussetzung für einen erfolgreichen Erkennungsvorgang die genaue Bestimmung der Lage und der Größe der einzelnen Zeichen. Diese Bestimmung ist bei Vorlagen mit schlechtem Schriftbild oder Schriftarten mit sehr engem Zeichenabstand unter anderem dadurch problematisch, daß die Zeichen mit einander verbunden sind „zusammenwachsen" und damit durch herkömmliche Methoden wie die einfache Konturverfolgung nicht mehr getrennt werden können.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren zur Trennung miteinander verbundener Zeichen anzugeben.

Dies geschieht erfindungsgemäß mit einem Verfahren der eingangs genannten Art, bei dem zu den untersuchten Extraktionsobjekten mittels Weißdellenanalyse und Winkelanalyse mögliche Schnittpunkte ermittelt werden, bei dem aus den Schnittpunkten und entsprechenden Gegenpunkten plausible Trennlinien ermittelt werden und bei dem die solcherart getrennten Objekte Klassifikationsverfahren unterzogen werden und auf der Grundlage der Ergebnisse die endgültige Trennung erfolgt.

Vorteilhaft ist eine Ausgestaltung des Verfahrens in der Weise, daß bei mehr als drei möglichen Schnittpunkten , ein erster Schnitt durch den vom linken Zeichenanfang gezählten

vierten Schnittpunkt erfolgt. Dies deswegen, weil kein übliches Textzeichen der lateinischen Schrift mehr als drei Weißdellen aufweist.

Günstig ist es ferner, wenn nach einem ersten Schnitt mit einem ersten möglichen Schnittpunkt und einem darauffolgenden erfolglosen Klassifikationsversuch als Basis für einen weiteren Trennversuch der zum ersten möglichen Schnittpunkt nächstliegende linke Nachbarschnittpunkt vorgesehen wird.

Die Erfindung wird anhand von Figuren näher erläutert.
Es zeigen beispielhaft:
Fig.1 eine Darstellung zur Weißdellenanalyse eines Bildes,
Fig.2 eine Darstellung zur eigentlichen Zeichentrennung.

Der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens ist wie folgt:

Das Verfahren wird im Erkennungsvorgang nach der Bestimmung der Lage der Zeile gestartet. Bei der Ermittlung des Umfanges eines Zeichens oder mehrerer verbundener Zeichen durch Konturverfolgung wird bereits eine Weißdellenanalyse durchgeführt. Nach dem Vorliegen der vollständigen Kontur erfolgt eine Winkelanalyse.

Mittels Weißdellenanalyse und Winkelanalyse werden mögliche Schnittpunkte ermittelt, die in Verbindung mit Gegenpunkten mögliche Trennlinien liefern.

Die Schnittpunkte werden hinsichtlich ihrer Plausibilität untersucht. Dabei wird ermittelt, welche Zeichenfolgen die vorliegende Weißdellenkombination beinhalten. So sind beispielsweise in der Buchstabenfolge **WV** folgende Weißdellen enthalten OBEN-UNTEN-OBEN-UNTEN-OBEN. Wobei OBEN (UNTEN) eine nach oben (unten) offene Weißdelle kennzeichnet. Aus der Kenntnis der Buchstaben heraus wird nun die erste Trennung durch den Schnittpunkt der vierten Weißdelle erfolgen.

Darauf wird ermittelt, inwieweit die Trennung des Objekts entlang der auf plausiblen Schnittpunkten beruhenden Trennlinien zu plausiblen Klassifikationsergebnissen führt. Mit anderen Worten, die getrennten Zeichen oder Zeichenteile werden einem Erkennungsvorgang z.B. mittels neuronalem Netz unterworfen und wenn dieser Vorgang zu einem zufriedenstellenden Ergebnis - einem mit hoher Sicherheit erkannten Zeichen - führt, dann wird die Trennung akzeptiert. Andernfalls wird die Trennung entlang von anderen Trennlinien solange wiederholt, bis ein zufriedenstellendes Ergebnis vorliegt.

Neuronale Netze sind mathematische Modelle, welche dem Aufbau des menschlichen Gehirns nachempfunden sind. Sie bestehen aus Neuronen, das sind im wesentlichen Summierelemente mit gewichteten Eingängen und einem nichtlinearen Verstärkeranteil, die zu einem parallelen Netzwerk mit typisch zwei Ebenen zusammengefaßt werden. Eine ausführliche Beschreibung des beim Ausführungsbeispiel eingesetzten „Feedforward Neural Networks" findet sich beispielsweise in „Layered Neural Nets for Pattern Recognition", B. Widrow, R. G. Winter, R. A. Baxter; IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing, Vol. 36. No. 7. July 88.

Die Mustererkennung mittles neuronalem Netz erfolgt nach dem in „A rotation, scaling, and translation invariant pattern classification system", C. Yüceer, K Oflazer; Pattern Recognition, Vol. 26, No5, pp687-710, 1993. beschriebenen Verfahren.

Die Weißdellenanalyse wird anhand der Figur 1 näher beschrieben. Die Figur zeigt die beiden miteinander verbundenen Buchstaben **r** und **f** die eine Weißdelle W aufweisen. Unter Weißdelle W wird dabei ein von drei Seiten begrenzter weißer Zwischenraum verstanden, der eine gewisse

Tiefe aufweist und dessen offene Seite nach oben oder unten gerichtet ist. Ermittelt wird diese Weißdelle W bei der Verfolgung der Kontur des (zusammengewachsenen) Zeichens wenn die Konturlinie C zwei vorgegebene Schwellwerte SW in beiden Richtungen überschreitet. Liegt wie in dem Beispiel eine nach unten offene Weißdelle W vor, dann wird der höchste Punkt der Konturlinie C als möglicher Schnittpunkt S definiert, bei einer nach oben offenen Weißdelle ist dies der tiefste Punkt.

Der Ablauf der daraufhin erfolgenden Winkelanalyse ist wie folgt:
Aus jeweils drei Punkten der Konturlinie C[i] werden zwei Vektoren ermittelt, für die gilt:

$\vec{A}$ = C[i]C[i-5] und $\vec{B}$ = C[i]C[i+5]

Der Winkel zwischen den beiden Vektoren wird berechnet. Ist dieser linksläufig, mit einem Betrag kleiner als 80° und einer entweder nach oben oder nach unten weisenden Spitze (C[i]), dann wird der Winkel in eine Liste eingetragen.

Ist diese Bedingung für mehrere nebeneinander liegende Vektorpaare erfüllt, dann wird nur der Winkel mit dem geringsten Betrag weiterverfolgt.

Die in der Liste eingetragenen Winkel werden nun daraufhin untersucht, ob auf der gegenüberliegenden Seite der Konturlinie ein Winkel mit entgegengesetzter Orientierung der Spitze vorhanden ist. Ist dies der Fall, dann wird das daraufhin gebildete Winkelpaar als Position eines möglichen Schnittpunktes gespeichert.

Im Folgenden der Ablauf bei der Bestimmung des Winkels zwischen zwei Vektoren, die durch 3 Punkte aus der Konturlinie(C_1:x1/y1, C_6:x2/y2, C_{11}:mx/my) definiert. Daraus werden die x und y Komponenten der beiden Vektoren ermittelt.

$Ax = x1 - mx$; $Ay = y1 - my$; $Bx = x2 - mx$; $By = y2 - mx$;

Der Winkel zwischen den Vektoren A und B wird wie folgt berechnet: Zuerst wird der Winkel von A zur x-Achse und dann der Winkel B zur x-Achse ermittelt.

$$Winkel = \arccos\left(\frac{\bar{A}x}{\sqrt{\left(\bar{A}x^2\right)+\left(\bar{A}y^2\right)}}\right)$$

$$Winkel(inGrad) = \frac{Winkel(inRad)*180}{Pi}$$

Winkel = 360-winkelB+winkelA (ist Winkel größer 360°, dann wird der Winkel um 360° korrigiert)

Die Bestimmung der Winkelspitzenrichtung beruht auf der Überlegung, daß bei einer nach unten gerichteten Spitze die Y-Koordinaten der Punkte C_1 und C_6 kleiner als die Y-Koordinate von C_{11} sind.

Bei einer nach oben gerichteten Spitze müssen hingegen die Y-Koordinaten der Punkte C_1 und C_6 größer als die Y-Koordinate von C_{11} sein.

Die Eigenheiten gedruckter Texte und der Einfluß der begrenzten Bildauflösung bringen es mit sich, daß im Bereich eines Knicks der Kontur eines Zeichens die in der beschriebenen Weise ermittelten Winkel zuwischen 2 Vektoren

abhängig vom Betrachtungsraum zuerst zunehmend kleiner werden und danach wieder kontinuierlich zunehmen. Für die weitere Auswertung wird daher nur der jeweils minimale Winkel eines derartigen Bereiches verwendet.

Zur Festlegung einer möglichen Trennlinie muß nun zu jedem möglichen Schnittpunkt C(Nr) ein entsprechender Gegenpunkt auf dem gegenüberliegenden Zweig der Konturlinie C(i);i=(0,.,contourNr) ermittelt werden.

Dazu wird eine Gerade durch zwei auf der Konturlinie dem möglichen Schnittpunkt C(Nr) benachbarte Punkte C(Nr-1) und C(Nr+1) gelegt, und zu dieser Geraden die Normale ermittelt. Die zu dem Schnittpunkt dieser Normalen mit dem gegenüberliegenden Zweig der Konturlinie benachbarten Punkte werden hinsichtlich ihres Abstandswertes zum möglichen Schnittpunkt und der Normalen untersucht und der Konturpunkt mit dem minimalen Abstandswert als Gegenpunkt C(g)und damit als zweiter Punkt der möglichen Trennlinie definiert.
Dei mathematische Definition dieses Vorganges lautet:

$$nx = C(Nr+1)x - C(Nr-1)x$$
$$ny = C(Nr+1)y - C(Nr-1)y$$

$$\text{Abstand} = \sqrt{(C(Nr)x - C(i)x)^2 + (C(Nr)y - C(i)y)^2}$$

$$\text{Abstand zu g2} = abs\left(\frac{nx * (C(i)x - C(Nr)x) + ny * (C(i)y - C(Nr)y)}{\sqrt{(nx^2 + ny^2)}}\right)$$

Abstandswert = Abstand + Abstand zu g2;

C(g) = C(i)| Abstandswert(C(g), C(Nr))= min

Die eigentliche Trennung wird anhand der Fig. 2 erläutert: Basis der Trennung ist die Konturlinie der extrahierten Zeichen. In einem 1. Schritt wird ein Trennlinienpuffer mit 0 initialisiert, dies entspricht einer senkrechten Linie am linken Rand, danach wird der am weitesten rechts liegende Punkt der Konturlinie 1 zwischen 0 und dem der Trennung zugrundeliegenden Schnittpunkt (das X-Wert-Maximum) ermittelt. Ebenso werden der am weitesten rechts liegende Punkt des Zweiges (das x-Wert Maximum)der Konturlinie vom Gegenpunkt bis zum Ende der Kontur 2 und der Trennlinie 3 ermittelt.

Die gesammelten maximalen x-Werte stellen also den äußersten rechten Rand des zur Klassifizierung herangezogenen Zeichens dar.

Patentansprüche

1) Verfahren zur Zeichentrennung bei Texterkennungsaufgaben, **dadurch gekennzeichnet**, daß zu den untersuchten Extraktionsobjekten mittels Weißdellenanalyse und Winkelanalyse mögliche Schnittpunkte ermittelt werden, daß aus den Schnittpunkten und entsprechenden Gegenpunkten plausible Trennlinien ermittelt werden und daß die solcherart getrennten Objekte Klassifikationsverfahren unterzogen werden und auf der Grundlage der Ergebnisse die endgültige Trennung erfolgt.

2) Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei mehr als drei möglichen Schnittpunkten , ein erster Schnitt durch den vom linken Zeichenanfang gezählten vierten Schnittpunkt erfolgt.

3) Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach einem ersten Schnitt mit einem ersten möglichen Schnittpunkt und einem darauffolgenden erfolglosen Klassifikationsversuch als Basis für einen weiteren Trennversuch der zum ersten möglichen Schnittpunkt nächstliegende linke Nachbarschnittpunkt vorgesehen wird.

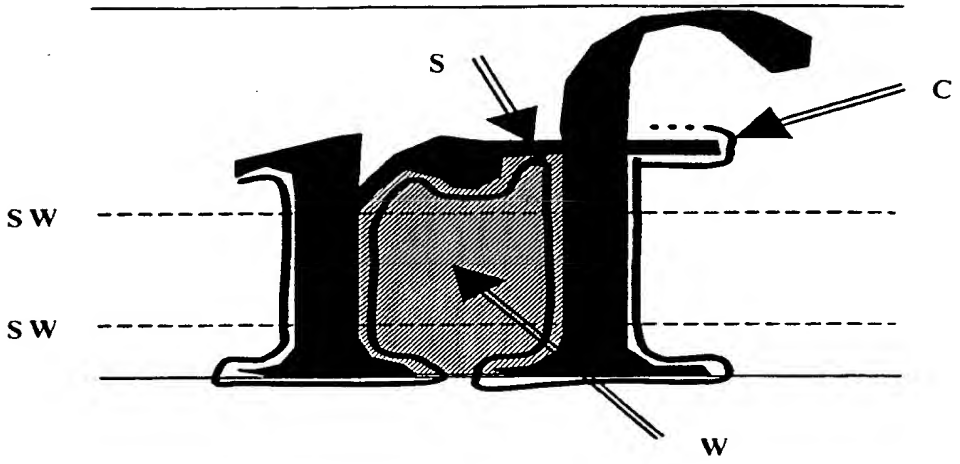


Fig.1

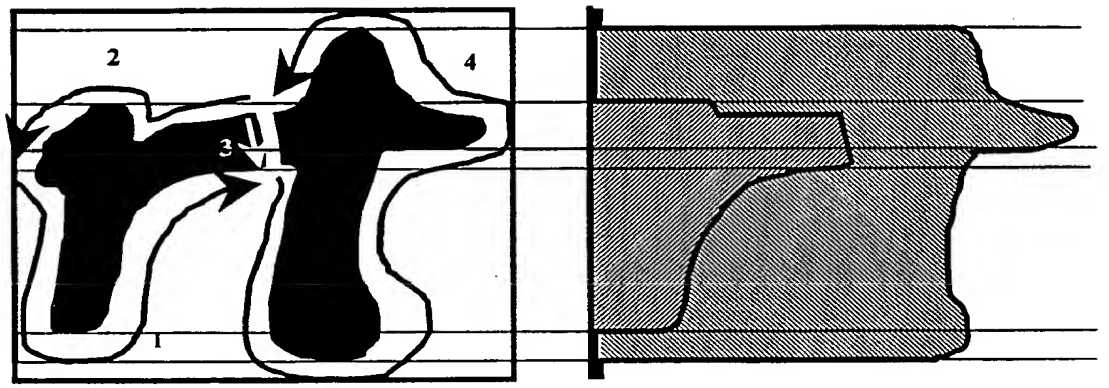


Fig.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 99/06841

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G06K9/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	ZHERU CHI ET AL: "SEPARATION OF SINGLE- AND DOUBLE-TOUCHING HANDWRITTEN NUMERAL STRINGS" OPTICAL ENGINEERING,US,SOC. OF PHOTO-OPTICAL INSTRUMENTATION ENGINEERS. BELLINGHAM, vol. 34, no. 4, page 1159-1165 XP000497484 ISSN: 0091-3286 the whole document	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☐ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20 December 1999	11/01/2000

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Granger, B

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 99/06841

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G06K9/34

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G06K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	ZHERU CHI ET AL: "SEPARATION OF SINGLE- AND DOUBLE-TOUCHING HANDWRITTEN NUMERAL STRINGS" OPTICAL ENGINEERING,US,SOC. OF PHOTO-OPTICAL INSTRUMENTATION ENGINEERS. BELLINGHAM, Bd. 34, Nr. 4, Seite 1159-1165 XP000497484 ISSN: 0091-3286 das ganze Dokument	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☐ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahellegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
20. Dezember 1999	11/01/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31–70) 340–3016	Granger, B

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)